

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-025112  
(43)Date of publication of application : 29.01.2003

(51)Int.Cl.

B23B 27/14  
B23B 51/00  
B23C 5/16  
C23C 14/06

(21)Application number : 2001-213269  
(22)Date of filing : 13.07.2001

(71)Applicant : MMC KOBELCO TOOL KK  
(72)Inventor : SATO KAZUNORI  
TANAKA YUSUKE  
ICHINOMIYA NATSUKI  
KONDOU AKIHIRO

(54) SURFACE COATED CEMENTED CARBIDE CUTTING TOOL EXCELLENT IN SURFACE LUBRICITY FOR CUTTING CHIP

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface coated cemented carbide cutting tool excellent in surface lubricity for cutting chips. SOLUTION: This surface coated cemented carbide cutting tool comprises an abrasive resistant coated layer deposited physically on the surface of a tool base body comprising tungsten carbide base cemented carbide alloy or titanium carbonitride base cermet. This abrasive resistant coated layer comprises (a) a lower side hard coated layer comprising a single layer of a compound nitride layer or a compound carbonitride layer of Ti and Al or compound layer comprising both of them expressed by a composition formula,  $(Ti_{1-X}Al_X)_N$  and  $(Ti_{1-X}Al_X)C_{1-Y}N_Y$  (X: 0.1 to 0.7, Y: 0.5 to 0.99) (X shows 0.1 to 0.7, and Y shows 0.5 to 0.99 in atomic ratio), and having a thickness of 0.1 to 10  $\mu m$  in average (b) an upper side hard coated layer comprising aluminum oxide, and having a thickness of 0.5 to 15  $\mu m$  in average, and (c) a surface lubrication layer of aluminum nitride, and having a thickness of 0.5 to 15  $\mu m$  in average.

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
B23B 27/14		B23B 27/14	A 3C037
51/00		51/00	J 3C046
B23C 5/16		B23C 5/16	4K029
C23C 14/06		C23C 14/06	A
			H
審査請求 有 請求項の数 1 O L (全12頁)			

(21) 出願番号 特願2001—213269 ( P 2001 — 213269 )

(22) 出願日 平成13年 7 月 13 日 (2001. 7. 13)

(71) 出願人 596091392

エムエムシーコベルコツール株式会社

兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179— 1

(72) 発明者 佐藤 和則

兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179番地

1 エムエムシーコベルコツール株式会社

内

(74) 代理人 100076679

弁理士 富田 和夫 (外 1 名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 切粉に対する表面潤滑性にすぐれた表面被覆超硬合金製切削工具

## (57) 【要約】

【課題】 切粉に対する表面潤滑性にすぐれた表面被覆超硬合金製切削工具を提供する。

【解決手段】 表面被覆超硬合金製切削工具が、炭化タングステン基超硬合金基体または炭窒化チタン系サーメット基体の表面に、(a) 組成式：(T i<sub>1-x</sub> A l<sub>x</sub>) N および同 (T i<sub>1-x</sub> A l<sub>x</sub>) C<sub>1-y</sub> N<sub>y</sub> (ただし、原子比で、Xは0. 1～0. 7、Yは0. 5～0. 99を示す) を有するT i とA l の複合窒化物層およびT i とA l の複合炭窒化物層のうちのいずれかの単層、または両方の複層からなり、かつ0. 1～1 0 μ mの平均層厚を有する下側硬質層、(b) 酸化アルミニウム層からなり、かつ0. 5～1 5 μ mの平均層厚を有する上側硬質層、(c) 窒化アルミニウム層からなり、かつ0. 5～1 5 μ mの平均層厚を有する表面潤滑層、以上(a)～(c) で構成された耐摩耗被覆層を物理蒸着してなる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 炭化タングステン基超硬合金基体または炭窒化チタン系サーメット基体の表面に、

(a) 組成式： $(Ti_{1-x}Al_x)N$  および同  $(Ti_{1-x}Al_x)C_{1-y}N_y$  (ただし、原子比で、 $x$  は 0.1 ~ 0.7、 $y$  は 0.5 ~ 0.99 を示す) を有する  $Ti$  と  $Al$  の複合窒化物層および  $Ti$  と  $Al$  の複合炭窒化物層のうちのいずれかの単層、または両方の複層からなり、かつ 0.1 ~ 10  $\mu m$  の平均層厚を有する下側硬質層、  
(b) 酸化アルミニウム層からなり、かつ 0.5 ~ 15  $\mu m$  の平均層厚を有する上側硬質層、  
(c) 窒化アルミニウム層からなり、かつ 0.5 ~ 15  $\mu m$  の平均層厚を有する表面潤滑層、以上 (a) ~ (c) で構成された耐摩耗被覆層を物理蒸着してなる、切粉に対する表面潤滑性にすぐれた表面被覆超硬合金製切削工具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、切粉に対する表面潤滑性にすぐれ、したがって特にステンレス鋼や軟鋼などのきわめて粘性が高く、かつ切粉が切刃表面に溶着し易い難削材の高速切削加工に用いた場合にも、切刃に欠けやチッピング（微小欠け）などの発生なく、すぐれた切削性能を長期に亘って発揮する表面被覆超硬合金製切削工具（以下、被覆超硬工具という）に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、切削工具には、各種の鋼や鋳鉄などの被削材の旋削加工や平削り加工にバイトの先端部に着脱自在に取り付けて用いられるスローアウェイチップ、前記被削材の穴あけ切削加工などに用いられるドリルやミニチュアドリル、さらに前記被削材の面削加工や溝加工、肩加工などに用いられるソリッドタイプのエンドミルなどがあり、また前記スローアウェイチップを着脱自在に取り付けて前記ソリッドタイプのエンドミルと同様に切削加工を行うスローアウェイエンドミル工具などが知られている。

【0003】 また、一般に、上記の切削工具として、上記超硬基体の表面に、(a) 耐摩耗被覆層の下側硬質層として、例えば図 1 に概略説明図で示される物理蒸着装置の 1 種であるアークイオンプレーティング装置を用い、ヒータで装置内を、例えば  $1.3 \times 10^{-3}$  Pa の真空雰囲気として、650℃の温度に加熱した状態で、アノード電極と所定組成を有する  $Ti-Al$  合金がセットされたカソード電極（蒸発源）との間に、例えば電圧：35V、電流：90A の条件でアーク放電を発生させ、同時に装置内に反応ガスとして窒素ガス、または窒素ガスとメタンガスを導入し、一方炭化タングステン（以下、WC で示す）基超硬合金または炭窒化チタン（以下、 $TiCN$  で示す）基サーメットからなる基体（以

下、これらを総称して超硬基体と云う）には、例えば -200V のバイアス電圧を印加した条件で、前記超硬基体の表面に、組成式： $(Ti_{1-x}Al_x)N$  および同  $(Ti_{1-x}Al_x)C_{1-y}N_y$  (ただし、原子比で、 $x$  は 0.1 ~ 0.7、 $y$  は 0.5 ~ 0.99 を示す) を有する  $Ti$  と  $Al$  の複合窒化物 [以下、 $(Ti, Al)N$  で示す] 層および複合炭窒化物 [以下、 $(Ti, Al)CN$  で示す] 層のうちのいずれかの単層、または両方の複層を 0.1 ~ 10  $\mu m$  の平均層厚で形成し、(b) さらに、上記下側硬質層の表面に、同じアークイオンプレーティング装置にて、カソード電極（蒸発源）として金属  $Al$  を用い、かつ装置内に導入される反応ガスを酸素とし、パルスバイアス電圧を印加する以外は上記下側硬質層の蒸着形成条件と実質的に同じ条件で、酸化アルミニウム（以下、 $Al_2O_3$  で示す）層からなる上側硬質層を 0.5 ~ 15  $\mu m$  の平均層厚で形成してなる、被覆超硬工具が知られている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 近年の切削加工装置の  $F$  化はめざましく、一方で切削加工に対する省力化および省エネ化、さらに低コスト化の要求は強く、これに伴い、切削工具には 1 種類の工具でできるだけ多くの材種の被削材を切削加工できる汎用性が求められると共に、切削加工も高速化の傾向にあるが、上記の従来被覆超硬工具においては、これを鋼や鋳鉄などの通常の条件での切削加工に用いた場合には問題はないが、これをきわめて粘性の高いステンレス鋼や軟鋼などの被削材の高速切削に用いた場合には、これら被削材の切粉は、耐摩耗被覆層を構成する  $Al_2O_3$  層や、 $(Ti, Al)N$  層および  $(Ti, Al)CN$  層に対する親和性が高いために、切刃表面に溶着し易く、この溶着現象は切削加工が高速化すればするほど顕著に現れるようになり、この溶着現象が原因で切刃に欠けやチッピングが発生し、この結果比較的短時間で使用寿命に至るのが現状である。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 そこで、本発明者等は、上述のような観点から、特にステンレス鋼や軟鋼などの高速切削加工に用いた場合にも、切刃表面に切粉の溶着し難い被覆超硬工具を開発すべく、特に上記の従来被覆超硬工具に着目し、研究を行った結果、上記の従来被覆超硬工具の表面に、通常の物理蒸着装置を用い、窒化アルミニウム（以下、 $AlN$  で示す）層を形成すると、この結果の被覆超硬工具においては、前記  $TiN$  層の被削材、特にステンレス鋼や軟鋼などの粘性の高い難削材に対する親和性がきわめて低く、これは高い発熱を伴う高速切削加工でも変わらず、この結果切刃に切粉が溶着することがない、すなわち前記  $TiN$  層がすぐれた表面潤滑性を発揮することから、切刃に欠けやチッピングの発生がなくなり、耐摩耗被覆層を構成する上記上側硬質層および下側硬質層によってもたらされるすぐれた耐摩耗

性と相俟って、長期に亘ってすぐれた切削性能を発揮するようになる、という研究結果を得たのである。

【0006】この発明は、上記の研究結果に基づいてなされたものであって、超硬基体の表面に、

(a) 組成式：(T<sub>i</sub><sub>1-x</sub>A<sub>1</sub><sub>x</sub>)N および同 (T<sub>i</sub><sub>1-x</sub>A<sub>1</sub><sub>x</sub>)C<sub>1-y</sub>N<sub>y</sub> (ただし、原子比で、Xは0.1～0.7、Yは0.5～0.99を示す)を有する (T<sub>i</sub><sub>1-x</sub>A<sub>1</sub><sub>x</sub>)N層および (T<sub>i</sub><sub>1-x</sub>A<sub>1</sub><sub>x</sub>)CN層のうちのいずれか単層、あるいは両方の複層からなり、かつ0.1～10μmの平均層厚を有する下側硬質層、(b) A<sub>1</sub><sub>2</sub>O<sub>3</sub>層からなり、かつ0.5～15μmの平均層厚を有する上側硬質層、(c) A<sub>1</sub>N層からなり、かつ0.5～15μmの平均層厚を有する表面潤滑層、以上(a)～(c)で構成された耐摩耗被覆層を物理蒸着してなる、切削に対する表面潤滑性にすぐれた被覆超硬工具に特徴を有するものである。

【0007】つぎに、この発明の被覆超硬工具において、これの耐摩耗被覆層の構成層について、上記の通り数値限定した理由を説明する。

#### (1) 表面潤滑層

表面潤滑層を構成するA<sub>1</sub>N層には、上記の通り特に粘性の高いステンレス鋼や軟鋼などの被削材に対してすぐれた潤滑性を発揮する作用があるが、その平均層厚が0.5μm未満では所望のすぐれた表面潤滑性を確保することができず、一方この表面潤滑性付与作用は15μmまでの平均層厚で十分であることから、その平均層厚を0.5～15μmと定めた。

#### 【0008】(2) 上側硬質層

上側硬質層を構成するA<sub>1</sub><sub>2</sub>O<sub>3</sub>層は、すぐれた高温硬さと耐熱性を有し、上記の下側硬質層と共存した状態で耐摩耗被覆層の耐摩耗性を一段と向上させる作用があるが、その平均層厚が0.5μmでは所望のすぐれた耐摩耗性を確保することができず、一方その平均層厚が15μmを越えると、耐摩耗被覆層にチッピングが発生し易くなることから、その平均層厚を0.5～15μmと定めた。

#### 【0009】(3) 下側硬質層

下側硬質層を構成する(T<sub>i</sub><sub>1-x</sub>A<sub>1</sub><sub>x</sub>)N層および(T<sub>i</sub><sub>1-x</sub>A<sub>1</sub><sub>x</sub>)CN層には、耐摩耗被覆層に硬さと靱性を付与せしめ、もってチッピングの発生なく、すぐれた耐摩耗性を上側硬質層との共存において発揮する作用がある。すなわち前記下側硬質層におけるA<sub>1</sub>は高靱性を有するT<sub>i</sub>Nに対して硬さを高め、もって耐摩耗性を向上させるために固溶するものであり、したがって組成式：

(T<sub>i</sub><sub>1-x</sub>A<sub>1</sub><sub>x</sub>)Nおよび同(T<sub>i</sub><sub>1-x</sub>A<sub>1</sub><sub>x</sub>)C<sub>1-y</sub>N<sub>y</sub>のX値が0.1未満では所望の硬さ向上効果が得られず、一方その値が0.7を越えると、耐摩耗被覆層にチッピングが発生し易くなると云う理由によりX値を0.1～0.7(原子比)と定めたものであり、また、(T<sub>i</sub><sub>1-x</sub>A<sub>1</sub><sub>x</sub>)CN層におけるC成分には、さらに硬さを向

上させる作用があるので、(T<sub>i</sub><sub>1-x</sub>A<sub>1</sub><sub>x</sub>)CN層は上記(T<sub>i</sub><sub>1-x</sub>A<sub>1</sub><sub>x</sub>)N層に比して相対的に高い硬さをもつが、この場合C成分の割合が0.01未満、すなわちY値が0.99を越えると所定の硬さ向上効果が得られず、一方C成分の割合が0.5を越える、すなわちY値が0.5未満になると靱性が急激に低下することになることから、Y値を0.5～0.99、望ましくは0.55～0.9と定めたのである。また、この場合その平均層厚が0.1μm未満では所望のすぐれた耐摩耗性を確保することができず、一方その層厚が10μmを越えると、耐摩耗被覆層にチッピングが発生し易くなることから、その平均層厚を0.1～10μmと定めた。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】つぎに、この発明の被覆超硬工具を実施例により具体的に説明する。

(実施例1) 原料粉末として、いずれも1～3μmの平均粒径を有するWC粉末、TiC粉末、ZrC粉末、VC粉末、TaC粉末、NbC粉末、Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>粉末、TiN粉末、Ta<sub>2</sub>N粉末、およびCo粉末を用意し、これら原料粉末を、表1に示される配合組成に配合し、ボールミルで72時間湿式混合し、乾燥した後、100MPaの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を6Paの真空中、温度：1400℃に1時間保持の条件で焼結し、焼結後、切刃部分にR：0.05のホーニング加工を施してISO規格・CNMG120408のチップ形状をもったWC基超硬合金製の超硬基体A1～A10を形成した。

【0011】また、原料粉末として、いずれも0.5～2μmの平均粒径を有するTiCN(重量比でTiC/TiN=50/50)粉末、Mo<sub>2</sub>C粉末、ZrC粉末、NbC粉末、TaC粉末、WC粉末、Co粉末、およびNi粉末を用意し、これら原料粉末を、表2に示される配合組成に配合し、ボールミルで24時間湿式混合し、乾燥した後、100MPaの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を2kPaの窒素雰囲気中、温度：1500℃に1時間保持の条件で焼結し、焼結後、切刃部分にR：0.03のホーニング加工を施してISO規格・CNMG120408のチップ形状をもったTiCN系サーメット製の超硬基体B1～B6を形成した。

【0012】ついで、これら超硬基体A1～A10およびB1～B6を、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、それぞれ図1に例示される通常のアークイオンプレーティング装置に装入し、一方カソード電極(蒸発源)として種々の成分組成をもったTi-A1合金を装着し、装置内を排気して1.3×10<sup>-3</sup>Paの真空中に保持しながら、ヒーターで装置内を500℃に加熱した後、Arガスを装置内に導入して2.5PaのAr雰囲気とし、この状態で超硬基体に-800Vのバイアス電圧を印加して超硬基体表面をArガスボンバート洗浄し、ついで装置内を1.3×10<sup>-3</sup>Paの真空中に保持し

ながら、ヒーターで装置内を600～700℃の範囲内の所定の温度に加熱した状態で、装置内に反応ガスとして窒素ガス、または窒素ガスとメタンガスを導入して2.8Paの反応雰囲気とすると共に、前記超硬基体に印加するバイアス電圧を-150vに下げて、前記カソード電極とアノード電極との間にアーク放電を発生させ、もって前記超硬基体A1～A10およびB1～B6のそれぞれの表面に、表3、4に示される目標組成および目標層厚の(Ti, Al)N層および(Ti, Al)CN層のうちのいずれかの単層、あるいは両方の複層で構成された下側硬質層を形成し、つぎにカソード電極

(蒸発源)として金属Alを用い、アノード電極との間にアーク放電を発生させ、装置内に反応ガスとして酸素を導入して1.3Paの反応雰囲気とすると共に、前記超硬基体に印加するパルスバイアス電圧を-300vとする以外は前記下側硬質層形成条件と同一の条件で、前記下側硬質層の表面に、同じく表3、4に示される目標層厚のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層を上側硬質層として形成し、さらに装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して3Paの反応雰囲気とすると共に、前記超硬基体に印加するパルスバイアス電圧を-280vとする以外は前記上側硬質層形成条件と同一の条件で、前記上側硬質層の表面に、同じく表3、4に示される目標層厚のAlN層を表面潤滑層として形成することにより、図2(a)に概略斜視図で、同(b)に概略縦断面図で示される形状を有する本発明被覆超硬工具としての本発明表面被覆超硬合金製スローアウェイチップ(以下、本発明被覆超硬チップと云う)1～24をそれぞれ製造した。

【0013】また、比較の目的で、表5、6に示される通り、表面潤滑層の形成を行なわない以外は、それぞれ上記の本発明被覆超硬チップ1～24の形成条件と同じ条件で同じく図2に示される形状をもった比較被覆超硬

工具としての比較表面被覆超硬合金製スローアウェイチップ(以下、比較被覆超硬チップと云う)1～24をそれぞれ製造した。

【0014】つぎに、上記本発明被覆超硬チップ1～24および比較被覆超硬チップ1～24について、これをいずれも工具鋼製バイトの先端部に固定治具にてネジ止めた状態で、

被削材：JIS・SUS304の丸棒、

切削速度：300m/min.、

10 切り込み：1.8mm、

送り：0.25mm/rev.、

切削時間：10分、

の条件でのステンレス鋼の乾式高速連続旋削加工試験、

被削材：JIS・SUS304の長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、

切削速度：200m/min.、

切り込み：1.5mm、

送り：0.25mm/rev.、

切削時間：3分、

20 の条件でのステンレス鋼の乾式高速断続旋削加工試験、

さらに、

被削材：JIS・S15Cの長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、

切削速度：270m/min.、

切り込み：1.5mm、

送り：0.3mm/rev.、

切削時間：5分、

の条件での軟鋼の乾式高速断続旋削加工試験を行い、いずれの旋削加工試験でも切刃の逃げ面摩耗幅を測定した。この測定結果を表7、8に示した。

【0015】

【表1】

種 別		配 合 組 成 (質量%)									
		Co	TiC	ZrC	VC	TaC	NbC	Cr3C2	TiN	TaN	WC
超 硬 基 体	A-1	10.5	8	—	—	8	1.5	—	—	—	殘
	A-2	7	—	—	—	—	—	—	—	—	殘
	A-3	5.7	—	—	—	1.5	0.5	—	—	—	殘
	A-4	5.7	—	—	—	—	—	1	—	—	殘
	A-5	8.5	—	0.6	—	—	—	0.5	—	—	殘
	A-6	9	—	—	—	2.5	1	—	—	—	殘
	A-7	9	8.5	—	—	8	3	—	—	—	殘
	A-8	11	8	—	—	4.5	—	—	1.5	—	殘
	A-9	12.5	2	—	—	—	—	—	1	2	殘
	A-10	14	—	—	0.2	—	—	0.8	—	—	殘

【0016】

50 【表2】

種 別		配 合 組 成 (質量%)							
		Co	Ni	ZrC	TaC	NbC	MO <sub>2</sub> C	WC	TiCN
超 硬 基 体	B-1	13	5	—	10	—	10	16	残
	B-2	8	7	—	5	—	7.5	—	残
	B-3	5	—	—	—	—	6	10	残
	B-4	10	5	—	11	2	—	—	残
	B-5	9	4	1	8	—	10	10	残
	B-6	12	5.5	—	10	—	9.5	14.5	残

【0017】

【表3】

種別		超硬 基体 記号	耐 摩 耗 被 覆 層										上側硬質層 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層) の目標層厚 (μm)	表面潤滑層 (AlN層) の目標層厚 (μm)
			下 側 硬 質 層											
			第1層の目標組成(原子比)				目標 層厚 (μm)	第2層の目標組成(原子比)				目標 層厚 (μm)		
			Ti	Al	C	N		Ti	Al	C	N			
本発明被覆超硬チップ	1	A-1	0.30	0.70	—	1.00	1	—	—	—	—	8	1	
	2	A-2	0.40	0.60	—	1.00	5	—	—	—	—	1.5	7	
	3	A-3	0.55	0.45	—	1.00	4	—	—	—	—	9	2	
	4	A-4	0.75	0.25	—	1.00	8	—	—	—	—	5	6.5	
	5	A-5	0.90	0.10	—	1.00	10	—	—	—	—	4	8	
	6	A-6	0.30	0.70	0.20	0.80	0.5	—	—	—	—	2	6.5	
	7	A-7	0.40	0.60	0.50	0.50	7	—	—	—	—	8.5	2	
	8	A-8	0.50	0.50	0.45	0.55	3.5	—	—	—	—	6.5	5	
	9	A-9	0.70	0.30	0.05	0.95	4	—	—	—	—	6	15	
	10	A-10	0.90	0.10	0.10	0.90	4	—	—	—	—	7	3	
	11	A-1	0.80	0.20	—	1.00	2	0.50	0.50	—	1.00	3	11	7
	12	A-2	0.30	0.70	—	1.00	5	0.85	0.15	—	1.00	0.5	3	8.5

【0018】

【表4】

種別		超硬 基体 記号	耐 摩 耗 被 覆 層											上側硬質層 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層) の目標層厚 (μm)	表面潤滑層 (AlN層) の目標層厚 (μm)
			下 側 硬 質 層												
			第1層の目標組成(原子比)				目標 層厚 (μm)	第2層の目標組成(原子比)				目標 層厚 (μm)			
			Ti	Al	C	N		Ti	Al	C	N				
本発明被覆超硬チップ	13	A-3	0.55	0.45	—	1.00	3	0.50	0.50	0.05	0.95	1	10.5	3	
	14	A-4	0.80	0.20	—	1.00	6	0.70	0.30	0.15	0.85	4	2	1	
	15	A-5	0.40	0.60	0.20	0.80	1.5	0.30	0.70	—	1.00	6	7	7	
	16	A-6	0.35	0.65	0.30	0.70	5	0.55	0.45	—	1.00	3	8.5	0.5	
	17	A-7	0.55	0.45	0.25	0.75	3	0.40	0.60	0.10	0.90	5.5	1	9	
	18	A-8	0.50	0.50	0.15	0.85	7	0.50	0.50	0.30	0.70	2	3	6	
	19	B-1	0.30	0.70	—	1.00	1	—	—	—	—	—	15	4	
	20	B-2	0.50	0.50	—	1.00	2.5	—	—	—	—	—	4	3.5	
	21	B-3	0.40	0.60	—	1.00	0.5	0.50	0.50	0.05	0.95	2	2	5	
	22	B-4	0.40	0.60	0.25	0.75	8	0.55	0.45	—	1.00	7	0.5	1	
	23	B-5	0.60	0.40	0.10	0.90	9	—	—	—	—	—	3.5	2	
	24	B-6	0.85	0.15	0.30	0.70	2	0.40	0.60	0.10	0.90	9	5	13	

【0019】

【表5】

種別	超硬 基体 記号	耐 摩 耗 被 覆 層											上側硬質層 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層) の目標層厚 ( $\mu\text{m}$ )	表面潤滑層 ( $\text{AlN}$ 層) の目標層厚 ( $\mu\text{m}$ )
		下 側 硬 質 層												
		第1層の目標組成(原子比)				目標 層厚 ( $\mu\text{m}$ )	第2層の目標組成(原子比)				目標 層厚 ( $\mu\text{m}$ )			
		Ti	Al	C	N		Ti	Al	C	N				
比較被覆超硬チップ	1	本発明被覆超硬チップ1に同じ										—		
	2	本発明被覆超硬チップ2に同じ										—		
	3	本発明被覆超硬チップ3に同じ										—		
	4	本発明被覆超硬チップ4に同じ										—		
	5	本発明被覆超硬チップ5に同じ										—		
	6	本発明被覆超硬チップ6に同じ										—		
	7	本発明被覆超硬チップ7に同じ										—		
	8	本発明被覆超硬チップ8に同じ										—		
	9	本発明被覆超硬チップ9に同じ										—		
	10	本発明被覆超硬チップ10に同じ										—		
	11	本発明被覆超硬チップ11に同じ										—		
	12	本発明被覆超硬チップ12に同じ										—		

【 0 0 2 0 】

【 表 6 】

種別		超硬 基体 記号	耐 摩 耗 被 覆 層											上側硬質層 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層) の目標層厚 ( $\mu\text{m}$ )	表面潤滑層 ( $\text{AlN}$ 層) の目標層厚 ( $\mu\text{m}$ )
			下 側 硬 質 層												
			第1層の目標組成(原子比)				目標 層厚 ( $\mu\text{m}$ )	第2層の目標組成(原子比)				目標 層厚 ( $\mu\text{m}$ )			
													Ti		
比較被覆超硬チップ	13	本発明被覆超硬チップ13に同じ											—	—	
	14	本発明被覆超硬チップ14に同じ											—	—	
	15	本発明被覆超硬チップ15に同じ											—	—	
	16	本発明被覆超硬チップ16に同じ											—	—	
	17	本発明被覆超硬チップ17に同じ											—	—	
	18	本発明被覆超硬チップ18に同じ											—	—	
	19	本発明被覆超硬チップ19に同じ											—	—	
	20	本発明被覆超硬チップ20に同じ											—	—	
	21	本発明被覆超硬チップ21に同じ											—	—	
	22	本発明被覆超硬チップ22に同じ											—	—	
	23	本発明被覆超硬チップ23に同じ											—	—	
	24	本発明被覆超硬チップ24に同じ											—	—	

【 0 0 2 1 】

【 表 7 】

種別		逃げ面摩耗幅(mm)			種別	切削試験結果			
		ステンレス鋼の連続高速	ステンレス鋼の断続高速	軟鋼の断続高速		ステンレス鋼の連続高速	ステンレス鋼の断続高速	軟鋼の断続高速	
本発明被覆超硬チップ	1	0.20	0.28	0.19	比較被覆超硬チップ	1	1.4分で寿命	0.3分で寿命	2.7分で寿命
	2	0.26	0.25	0.21		2	3.1分で寿命	1.6分で寿命	3.8分で寿命
	3	0.19	0.32	0.21		3	2.4分で寿命	1.4分で寿命	4.2分で寿命
	4	0.18	0.25	0.18		4	3.9分で寿命	0.6分で寿命	1.5分で寿命
	5	0.30	0.33	0.19		5	1.2分で寿命	0.5分で寿命	3.1分で寿命
	6	0.24	0.27	0.24		6	6.4分で寿命	1.7分で寿命	2.1分で寿命
	7	0.28	0.29	0.27		7	5.2分で寿命	1.2分で寿命	4.0分で寿命
	8	0.30	0.26	0.26		8	4.9分で寿命	0.8分で寿命	2.3分で寿命
	9	0.19	0.31	0.25		9	6.8分で寿命	1.5分で寿命	4.1分で寿命
	10	0.30	0.26	0.20		10	5.6分で寿命	1.2分で寿命	1.9分で寿命
	11	0.21	0.30	0.29		11	7.2分で寿命	0.9分で寿命	3.0分で寿命
	12	0.25	0.27	0.27		12	1.6分で寿命	1.8分で寿命	4.2分で寿命

(表中、寿命はいずれも切刃に発生したチップングが原因を示す)

【 0 0 2 2 】

20 【表 8】

種別		逃げ面摩耗幅(mm)			種別	切削試験結果		
		ステンレス鋼の連続高速	ステンレス鋼の断続高速	軟鋼の断続高速		ステンレス鋼の連続高速	ステンレス鋼の断続高速	軟鋼の断続高速
本発明被覆超硬チップ	13	0.22	0.29	0.23	13	2.2分で寿命	0.6分で寿命	1.7分で寿命
	14	0.18	0.31	0.30	14	4.3分で寿命	0.7分で寿命	3.6分で寿命
	15	0.25	0.26	0.25	15	3.5分で寿命	0.9分で寿命	3.3分で寿命
	16	0.29	0.32	0.29	16	6.0分で寿命	1.5分で寿命	1.9分で寿命
	17	0.21	0.30	0.20	17	2.8分で寿命	1.1分で寿命	1.4分で寿命
	18	0.23	0.28	0.22	18	1.9分で寿命	0.8分で寿命	2.9分で寿命
	19	0.18	0.19	0.16	19	6.4分で寿命	0.3分で寿命	2.1分で寿命
	20	0.21	0.22	0.20	20	2.7分で寿命	1.8分で寿命	2.3分で寿命
	21	0.16	0.24	0.23	21	4.9分で寿命	0.5分で寿命	2.7分で寿命
	22	0.19	0.20	0.17	22	1.9分で寿命	1.6分で寿命	1.7分で寿命
	23	0.20	0.25	0.15	23	7.0分で寿命	1.4分で寿命	3.4分で寿命
	24	0.22	0.20	0.21	24	2.9分で寿命	0.4分で寿命	4.0分で寿命

(表中、寿命はいずれも切刃に発生したチップングが原因を示す)

【 0 0 2 3 】 (実施例 2) 原料粉末として、平均粒径：  
 5.5  $\mu\text{m}$  を有する中粗粒 WC 粉末、同 0.8  $\mu\text{m}$  の微  
 粒 WC 粉末、同 1.3  $\mu\text{m}$  の TaC 粉末、同 1.2  $\mu\text{m}$   
 の NbC 粉末、同 1.2  $\mu\text{m}$  の ZrC 粉末、同 2.3  $\mu\text{m}$   
 の Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub> 粉末、同 1.5  $\mu\text{m}$  の VC 粉末、同 1.0  
 $\mu\text{m}$  の (Ti, W) C 粉末、および同 1.8  $\mu\text{m}$  の Co  
 粉末を用意し、これら原料粉末をそれぞれ表 9 に示され  
 る配合組成に配合し、さらにワックスを加えてアセトン  
 中で 24 時間ボールミル混合し、減圧乾燥した後、10  
 0MPa の圧力で所定形状の各種の圧粉体にプレス成形  
 し、これらの圧粉体を、6Pa の真空雰囲気中、7℃／

40 分の昇温速度で 1370～1470℃ の範囲内の所定の  
 温度に昇温し、この温度に 1 時間保持後、炉冷の条件で  
 焼結して、直径が 8mm、13mm、および 26mm の  
 3 種の超硬基体形成用丸棒焼結体を形成し、さらに前記  
 の 3 種の丸棒焼結体から、研削加工にて、表 9 に示され  
 る組合せで、切刃部の直径×長さがそれぞれ 6mm×1  
 3mm、10mm×22mm、および 20mm×45mm  
 の寸法をもった超硬基体 (エンドミル) a～h をそれ  
 ぞれ製造した。

【 0 0 2 4 】 ついで、これらの超硬基体 (エンドミル)  
 50 a～h の表面に、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した



状態で、同じく図 1 に例示される通常のアーキイオンレーティング装置に装入し、上記実施例 1 と同じ条件で、表 10 に示される目標組成および目標層厚をもった (Ti, Al) N 層および (Ti, Al) CN 層のうちのいずれかの単層、あるいは両方の複層からなる下側硬質層、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 層からなる上側硬質層、および AlN 層からなる表面潤滑層で構成された耐摩耗被覆層を形成することにより、図 3 (a) に概略正面図で、同 (b) に切刃部の概略横断面図で示される形状を有する本発明被覆超硬工具としての本発明表面被覆超硬合金製エンドミル (以下、本発明被覆超硬エンドミルと云う) 1~8 をそれぞれ製造した。

【0025】また、比較の目的で、表 11 に示される通り、表面潤滑層の形成を行なわない以外は、それぞれ上記の本発明被覆超硬エンドミル 1~8 の製造条件と同じ条件で同じく図 3 に示される形状をもった比較被覆超硬工具としての比較表面被覆超硬合金製エンドミル (以下、比較被覆超硬エンドミルと云う) 1~8 をそれぞれ製造した。

【0026】つぎに、上記本発明被覆超硬エンドミル 1~8 および比較被覆超硬エンドミル 1~8 のうち、本発明被覆超硬エンドミル 1~3 および比較被覆超硬エンドミル 1~3 については、

被削材：平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mm の JIS・SUS304 の板材、  
切削速度：65m/min、

10

溝深さ (切り込み)：3mm、  
テーブル送り：130mm/分、  
の条件でのステンレス鋼の湿式高速溝切削加工試験 (水溶性切削油使用)、本発明被覆超硬エンドミル 4~6 および従来被覆超硬エンドミル 4~6 については、  
被削材：平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mm の JIS・S15C 板材、  
切削速度：78m/min、  
溝深さ (切り込み)：5mm、  
テーブル送り：120mm/分、  
の条件での軟鋼の乾式高速溝切削加工試験、本発明被覆超硬エンドミル 7、8 および従来被覆超硬エンドミル 7、8 については、  
被削材：平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mm の JIS・SUS304 の板材、  
切削速度：55m/min、  
溝深さ (切り込み)：8mm、  
テーブル送り：60mm/分、  
の条件でのステンレス鋼の湿式高速溝切削加工試験 (水溶性切削油使用)、をそれぞれ行い、いずれの溝切削加工試験でも切刃部先端面の直径が使用寿命の目安とされる 0.1mm 減少するまでの切削溝長を測定した。この測定結果を表 10、11 にそれぞれ示した。

【0027】

【表 9】

種 別	配 合 組 成 ( 質 量 % )								切刃部の直径 × 長さ (mm)
	Co	(Ti, W)C	TaC	NbC	ZrC	Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	VC	WC	
超硬基体 (エンドミル)	a	5	5	—	—	—	—	中粗粒:残	6×13
	b	6	—	1	0.5	—	—	微粒:残	6×13
	c	6	—	1	—	1	0.5	微粒:残	6×13
	d	8	—	—	—	—	0.5	微粒:残	10×22
	e	9	25	10	1	—	—	中粗粒:残	10×22
	f	10	—	—	—	1	—	微粒:残	10×22
	g	12	17	9	1	—	—	中粗粒:残	20×45
	h	16	—	10	5	10	—	中粗粒:残	20×45

【0028】

【表 10】

種別		超硬基体記号	耐 摩 耗 被 覆 層												切削溝長 (m)
			下側硬質層										上側硬質層 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層) の目標層厚 (μm)	表面潤滑層 (AlN層) の目標層厚 (μm)	
			第1層の目標組成(原子比)				目標層厚 (μm)	第2層の目標組成(原子比)				目標層厚 (μm)			
			Ti	Al	C	N		Ti	Al	C	N				
本発明被覆超硬エンドミル	1	a	0.30	0.70	—	1.00	4	—	—	—	—	—	5.5	3	180
	2	b	0.50	0.50	—	1.00	2	—	—	—	—	—	12	2	155
	3	c	0.45	0.55	0.25	0.85	0.1	—	—	—	—	—	1	10	120
	4	d	0.65	0.35	0.35	0.65	6	—	—	—	—	—	6	5	135
	5	e	0.45	0.55	0.15	0.85	1.5	0.50	0.50	—	1.00	2	4	7.5	140
	6	f	0.75	0.25	—	1.00	1	0.65	0.35	—	1.00	6	3	1	160
	7	g	0.50	0.50	—	1.00	7	0.55	0.45	0.05	0.95	1	8	3.5	180
	8	h	0.60	0.40	0.35	0.65	3.5	0.85	0.15	0.50	0.50	4.5	7.5	4	120

【 0 0 2 9 】

【 表 1 1 】

種別		超硬基体記号	耐 摩 耗 被 覆 層											切削溝長 (mm)	
			下側硬質層										上側硬質層 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ 層) の目標層厚 ( $\mu\text{m}$ )		表面潤滑層 ( $\text{AlN}$ 層) の目標層厚 ( $\mu\text{m}$ )
			第1層の目標組成(原子比)				第2層の目標組成(原子比)				目標層厚 ( $\mu\text{m}$ )				
			Ti	Al	C	N	Ti	Al	C	N					
比較被覆超硬エンドミル	1	本発明被覆超硬エンドミル1と同じ										—	60mmで寿命		
	2	本発明被覆超硬エンドミル2と同じ										—	50mmで寿命		
	3	本発明被覆超硬エンドミル3と同じ										—	40mmで寿命		
	4	本発明被覆超硬エンドミル4と同じ										—	70mmで寿命		
	5	本発明被覆超硬エンドミル5と同じ										—	40mmで寿命		
	6	本発明被覆超硬エンドミル6と同じ										—	60mmで寿命		
	7	本発明被覆超硬エンドミル7と同じ										—	55mmで寿命		
	8	本発明被覆超硬エンドミル8と同じ										—	35mmで寿命		

(表中、寿命はいずれも切刃に発生したチッピングが原因を示す)

【 0 0 3 0 】 (実施例 3) 上記の実施例 2 で製造した直径が 8 mm (超硬基体 a ~ c 形成用)、1.3 mm (超硬基体 d ~ f 形成用)、および 2.6 mm (超硬基体 g、h 形成用) の 3 種の丸棒焼結体を用い、この 3 種の丸棒焼結体から、研削加工にて、溝形成部の直径×長さがそれぞれ 4 mm×1.3 mm (超硬基体 a' ~ c')、8 mm×2.2 mm (超硬基体 d' ~ f')、および 1.6 mm×4.5 mm (超硬基体 g'、h') の寸法をもった超硬基体 (ドリル) a' ~ h' をそれぞれ製造した。

【 0 0 3 1 】 ついで、これらの超硬基体 (ドリル) a' ~ h' の表面に、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図 1 に例示される通常のアーキオンプレーティング装置に装入し、上記実施例 1 と同じ条件で、表 1 2 に示される目標組成および目標層厚をもった (Ti, Al) N 層および (Ti, Al) CN 層のうちのいずれかの単層、あるいは両方の複層からなる下側硬

質層、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  層からなる上側硬質層、および AlN 層からなる表面潤滑層で構成された耐摩耗被覆層を形成することにより、図 4 (a) に概略正面図で、同 (b) に溝形成部の概略横断面図で示される形状を有する本発明被覆超硬工具としての本発明表面被覆超硬合金製ドリル (以下、本発明被覆超硬ドリルと云う) 1 ~ 8 をそれぞれ製造した。

【 0 0 3 2 】 また、比較の目的で、表 1 3 に示される通り、表面潤滑層の形成を行わない以外は、それぞれ上記の本発明被覆超硬ドリル 1 ~ 8 の製造条件と同じ条件で同じく図 4 に示される形状をもった比較被覆超硬工具としての比較表面被覆超硬合金製ドリル (以下、比較被覆超硬ドリルと云う) 1 ~ 8 をそれぞれ製造した。

【 0 0 3 3 】 つぎに、上記本発明被覆超硬ドリル 1 ~ 8 および比較被覆超硬ドリル 1 ~ 8 のうち、本発明被覆超硬ドリル 1 ~ 3 および比較被覆超硬ドリル 1 ~ 3 につい

ては、

被削材：平面寸法：100mm×250厚さ：50mm  
の JIS・SUS304 板材、  
切削速度：48m/min.、  
送り：0.15mm/rev、  
の条件でのステンレス鋼の湿式高速穴あけ切削加工試

験、本発明被覆超硬ドリル 4～6 および従来被覆超硬ド  
リル 4～6 については、  
被削材：平面寸法：100mm×250mm、厚さ：5  
0mm の JIS・SUS304 の板材、  
切削速度：52m/min.、  
送り：0.20mm/rev、

の条件でのステンレス鋼の湿式高速穴あけ切削加工試

験、本発明被覆超硬ドリル 7、8 および従来被覆超硬ド  
リル 7、8 については、

被削材：平面寸法：100mm×250mm、厚さ：5  
0mm の JIS・S15C の板材、  
切削速度：110m/min.、  
送り：0.25mm/rev、

の条件での軟鋼の湿式高速穴あけ切削加工試験、をそれ  
ぞれ行い、いずれの湿式（水溶性切削油使用）高速穴あ  
け切削加工試験でも先端切削面の逃げ面摩耗幅が 0.3  
mm に至るまでの穴あけ加工数を測定した。この測定結  
果を表 12、13 にそれぞれ示した。

【0034】

【表 12】

種別		超硬 基体 記号	耐 摩 耗 被 覆 層											穴あけ 加工数 (穴)	
			下側硬質層										上側硬質層 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層) の目標層厚 (μm)		表面潤滑層 (AlN層) の目標層厚 (μm)
			第1層の目標組成(原子比)				目標 層厚 (μm)	第2層の目標組成(原子比)				目標 層厚 (μm)			
			Ti	Al	C	N		Ti	Al	C	N				
本発明被覆超硬ドリル	1	a'	0.80	0.20	—	1.00	4	—	—	—	—	7	2	2300	
	2	b'	0.50	0.50	—	1.00	1.5	—	—	—	—	2	9.5	2100	
	3	c'	0.55	0.45	0.25	0.75	2	—	—	—	—	4.5	3	1900	
	4	d'	0.30	0.70	0.35	0.65	9	—	—	—	—	0.5	10	1700	
	5	e'	0.45	0.55	0.10	0.90	0.5	0.50	0.50	—	1.00	8	3	2050	
	6	f'	0.65	0.35	—	1.00	3.5	0.65	0.35	—	1.00	4	6	2100	
	7	g'	0.50	0.50	—	1.00	5	0.55	0.45	0.05	0.95	5.5	12	2050	
	8	h'	0.90	0.10	0.50	0.50	2	0.75	0.25	0.20	0.80	1	9	5	2300

【0035】

30 【表 13】

種別		超硬 基体 記号	耐 摩 耗 被 覆 層											穴あけ 加工数 (穴)	
			下側硬質層										上側硬質層 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層) の目標層厚 (μm)		表面潤滑層 (AlN層) の目標層厚 (μm)
			第1層の目標組成(原子比)				目標 層厚 (μm)	第2層の目標組成(原子比)				目標 層厚 (μm)			
			Ti	Al	C	N		Ti	Al	C	N				
比較被覆超硬ドリル	1	本発明被覆超硬ドリル1に同じ										—	600穴で寿命		
	2	本発明被覆超硬ドリル2に同じ										—	900穴で寿命		
	3	本発明被覆超硬ドリル3に同じ										—	700穴で寿命		
	4	本発明被覆超硬ドリル4に同じ										—	850穴で寿命		
	5	本発明被覆超硬ドリル5に同じ										—	600穴で寿命		
	6	本発明被覆超硬ドリル6に同じ										—	850穴で寿命		
	7	本発明被覆超硬ドリル7に同じ										—	900穴で寿命		
	8	本発明被覆超硬ドリル8に同じ										—	700穴で寿命		

(表中、寿命はいずれも切削に発生したチッピングが原因を示す)

【0036】なお、この結果得られた本発明被覆超硬工  
具としての本発明被覆超硬チップ 1～24、本発明被覆  
超硬エンドミル 1～8、および本発明被覆超硬ドリル 1

～8、さらに比較被覆超硬工具としての比較被覆超硬チ  
ップ 1～24、比較被覆超硬エンドミル 1～8、および  
比較被覆超硬ドリル 1～8 の耐摩耗被覆層について、そ

の構成層のそれぞれの厚さ方向中央部の組成をオージェ分光分析装置を用いて測定すると共に、前記耐摩耗被覆層の構成層の厚さを、走査型電子顕微鏡を用いて断面測定したところ、いずれも目標組成および目標層厚と実質的に同じ値を示した。

【0037】

【発明の効果】表3～13に示される結果から、表面潤滑層としてのAIN層を形成した本発明被覆超硬工具は、いずれもステンレス鋼や軟鋼の切削加工を高い発熱を伴う高速で行っても、前記AIN層が高温加熱の切粉との親和性がきわめて低く、切粉が前記AIN層に溶着することがなく、切刃は常にすぐれた表面潤滑性を維持することから、切刃への切粉溶着が原因のチッピングが切刃に発生することがなく、同じく構成層として共存する上側硬質層と下側硬質層の作用と相俟って、すぐれた耐摩耗性を発揮するのに対して、前記AIN層の形成のない比較被覆超硬工具においては、切粉が耐摩耗被覆層に溶着し易く、これが原因で耐摩耗被覆層が局部的に剥がし取られることから、切刃にチッピングが発生し、比

10

較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。上述のように、この発明の被覆超硬工具は、各種の鋼や鋳鉄などの通常の条件での切削加工は勿論のこと、特に粘性が高く、切粉が切刃表面に溶着し易いステンレス鋼や軟鋼などの高速切削加工でも切刃に対してすぐれた表面潤滑性を発揮し、汎用性のある切削性能を示すものであるから、切削加工装置のFA化並びに切削加工の省力化および省エネ化、さらに低コスト化に十分満足に対応できるものである。

【図面の簡単な説明】

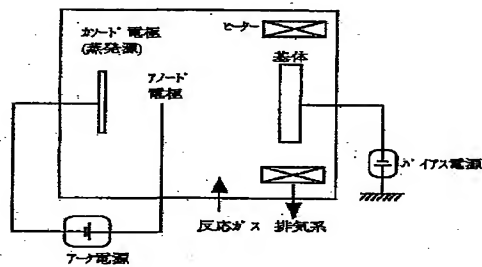
【図1】アークイオンプレーティング装置の概略説明図である。

【図2】(a)は被覆超硬チップの概略斜視図、(b)は被覆超硬チップの概略縦断面図である。

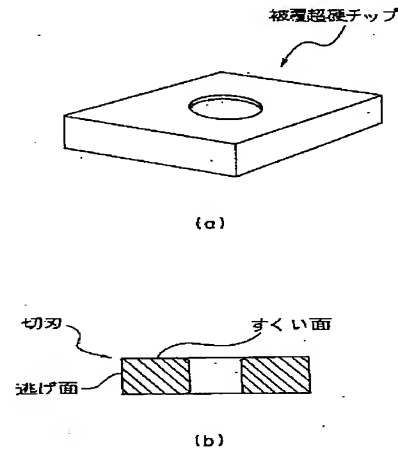
【図3】(a)は被覆超硬エンドミル概略正面図、(b)は同切刃部の概略横断面図である。

【図4】(a)は被覆超硬ドリルの概略正面図、(b)は同溝形成部の概略横断面図である。

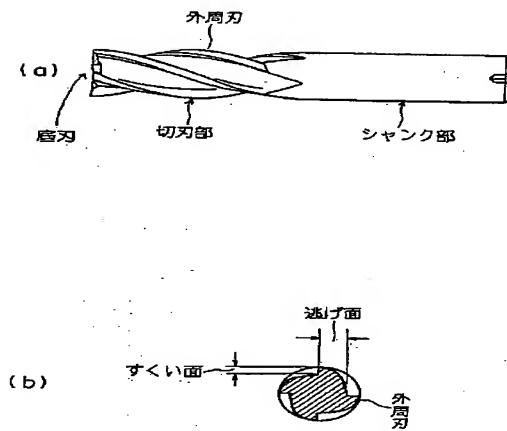
【図1】



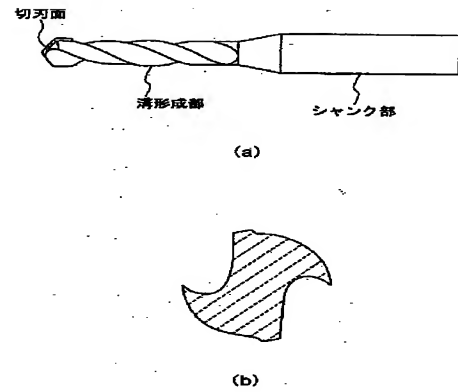
【図2】



【図 3】



【図 4】



## 【手続補正書】

【提出日】平成 13 年 9 月 17 日 (2001. 9. 17)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正内容】

【0005】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者等は、上述のような観点から、特にステンレス鋼や軟鋼などの高速切削加工に用いた場合にも、切刃表面に切粉の溶着し難い被覆超硬工具を開発すべく、特に上記の従来被覆超硬工具に着目し、研究を行った結果、上記の従来被覆

超硬工具の表面に、通常の物理蒸着装置を用い、窒化アルミニウム（以下、 $\text{AlN}$ で示す）層を形成すると、この結果の被覆超硬工具においては、前記 $\text{AlN}$ 層の被削材、特にステンレス鋼や軟鋼などの粘性の高い難削材に対する親和性がきわめて低く、これは高い発熱を伴う高速切削加工でも変わらず、この結果切刃に切粉が溶着することがない、すなわち前記 $\text{AlN}$ 層がすぐれた表面潤滑性を発揮することから、切刃に欠けやチッピングの発生がなくなり、耐摩耗被覆層を構成する上記上側硬質層および下側硬質層によってもたらされるすぐれた耐摩耗性と相俟って、長期に亘ってすぐれた切削性能を発揮するようになる、という研究結果を得たのである。

フロントページの続き

(72) 発明者 田中 裕介  
兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179番地  
1 エムエムシーコベルコツール株式会社  
内  
(72) 発明者 一宮 夏樹  
兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179番地  
1 エムエムシーコベルコツール株式会社  
内

(72) 発明者 近藤 暁裕  
兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179番地  
1 エムエムシーコベルコツール株式会社  
内  
Fターム(参考) 3C037 CC02 CC04 CC09  
3C046 FF03 FF10 FF13 FF16 FF19  
FF25  
4K029 AA02 AA04 BA54 BA58 BC00  
BC02 BD05 CA04 DD06 EA01